

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 51-119287

(43)Date of publication of application : 19.10.1976

(51)Int.Cl.

H01J 39/35

G01N 27/62

(21)Application number : 50-042366

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 09.04.1975

(72)Inventor : SAKUMICHI KUNYUKI
TOKIKUCHI KATSUMI
SHIKAMATA ICHIRO

(54) RECTANGULAR-SHAPE BEAM ION SOURCE

(57)Abstract:

PURPOSE: Micro-wave discharge in magnetic field, being applied to the ion used off mass separator, provides high current ion beam without resolution degradation.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office



特 許 願 16

50 年 4 月 9 日

特許庁長官 殿

発 明 の 名 称

短冊ビームイオン源

発 明 者

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内

代理人

薄田利幸

特許出願人

東京都千代田区丸の内一丁目5番1号

株式会社日立製作所
代表者 吉山博吉

代理人

東京都千代田区丸の内一丁目5番1号

株式会社日立製作所内

電話東京 270-2111(代表)

(722) 代理人 薄田利幸

明 細 書

発明の名称 短冊ビームイオン源

特許請求の範囲

二枚の金属平行板の間にマイクロ放電界を印加し、この電界と直角に面流磁界を重畳することによりこの二枚の板の間にマイクロ放電を起さしめ、発生したプラズマから短冊状のイオンビームを引出すことを特徴とした短冊ビームイオン源。

発明の詳細な説明

本発明は質量分離器用大電流イオン源に関する。

第1図に示すとき扇形磁場を用いた質量分離器においては短冊状をしたイオンビームが必要である。この図においては1はイオン源、2はイオンビーム、3は電磁石、4はコレクタスリット、5はコレクタである。従来、短冊状のイオンビームを得るのに用いられてきたイオン源は殆んどが低電圧アーク放電を用いたものであるため、ガス効率が悪く、また陰極の表面状態の変化によつてプラズマの状態も変わるため安定度が良くないという欠点があつた。従来文献などに報告さ

①日本国特許庁

公開特許公報

①特開昭 51-119287

③公開日 昭51.(1976)10.19

②特願昭 50-42366

②出願日 昭50.(1975)4.9

審査請求 有 (全8頁)

庁内整理番号

7183 23

⑤日本分類

113 A342

⑤Int.Cl²

H01J 39/35

G01N 27/62

れているマイクロ放電形イオン源はビーム断面が円形であつた。これは従来のマイクロ放電プラズマ結合器の構造上放電管が円筒形であつたからである。このようなイオンビームをそのまま第1図の質量分離器に適用したのでは充分な分解能は得られない。またこの円形イオンビームをスリットで切りとつたのでは有効に利用できるイオンビームが少なくなつてしまう。

本発明の目的は、磁界中でマイクロ放電を質量分離器用イオン源に応用して、上記の欠点を無くした短冊ビームイオン源を提供することにある。

上記目的を達成するために、本発明では二枚の平行平板の間にマイクロ放電界を印加し、この電界と直角に面流磁界を重畳することにより、発生するプラズマを短冊状の部分に限定し、この部分よりイオンビームを引出すことを特徴としている。

以下、本発明を実施例により詳細に説明する。

第2図は本発明の基本的構成を示すもので、マイクロ放電はこの図の後方から平行板電極6に供給

され、この二枚の電極間に電極面と垂直方向の強いマイクロ波電界を生ずる。8は磁極でこれにより上記マイクロ波電界と面角方向の直流磁界をかけている。7はイオン引出しスリットで、この図のように二枚の電極又は一枚の電極に長方形の穴をあけたものでも良い。このような磁界中のマイクロ波放電によりプラズマが発生する。とくに、この磁界の強度が電子サイクロトロン共振をおこす磁界強度に近いときにはマイクロ波電力はより有効にプラズマ発生に使われる。つまり磁界強度Bが

$$B = \frac{2\pi fm}{e} \dots\dots\dots (1)$$

(ただしfはマイクロ波の周波数、m、eはそれ
れぞれ電子の質量と電荷である。)

のときには電子はマイクロ波エネルギーを有効に吸収してサイクロトロン共振をおこす。

第3図は磁界をイオン引出し方向にかけた例を示す図である。この場合も電界と磁界は直交している。

を接続し、その後に平行板電極6を接続した例を示している。

また第8図は他の実施例図で、レツヘル線15を用いた場合を示す。この場合磁界と電界が直交する部分16のみにプラズマが発生するので、イオンビームは紙面と垂直な方向に短冊状に引き出される。

以上述べたごとく本発明により安定な大電流短冊形イオンビームを得ることができる。

図面の簡単な説明

第1図は質量分離器の説明図、第2図は本発明により平行板電極を使ったイオン源で磁界をイオン引出し方向に対して面角にかけた場合の一例を示す図、第3図は磁界の方向をイオン引出し方向と一致させた例を示す図、第4図はイオン引出しスリットの近くの電界強度を強くするために電極先端の間隔をせばめた例を示す図、第5図はプラズマを電極間だけに限定するために絶縁物を充填したイオン源を示す図、第6図はリッジ導波管を用いた例を示す図、第7図は真空封じを簡単にす

第4図は、第2図および第3図の構造のものでイオン引出しスリット7に近い部分に強電界を発生させるため、平行板6の先端部分の間隔をせばめた一例を示す図である。

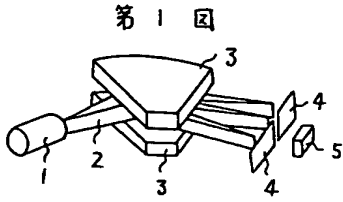
第5図は、プラズマ発生部分を平行平板間のみに限定するため他の部分に絶縁物10を充填した一例を示す図で、これにより供給したマイクロ波電力を有効に平行平板間のプラズマ発生に利用できる。

第6図は平行平板電極のかわりにリッジ導波管を用いた例を示す図で、この場合もリッジの部分にマイクロ波電界が発生するので平行平板と同様の効果が得られる。

また第2図～第5図の構造のものにマイクロ波電力を供給するに際して、真空外のマイクロ波回路から真空中にマイクロ波を導入する場合、平行板線路の部分で真空中に導入するのは真空封じの部分の製作が困難である。そこで第7図では同軸線路12の途中を真空封じし、その下に $\frac{1}{4}$ 波長の短絡終端部分14を設けた同軸-平行線路変換器

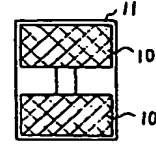
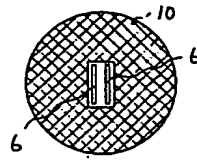
るため同軸線路を使った例を示す図、第8図はレツヘル線を使った例を示す図である。

代理人 井理士 藤田利幸



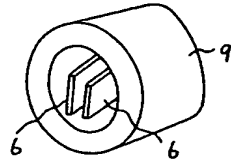
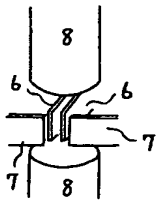
第5図

第6図



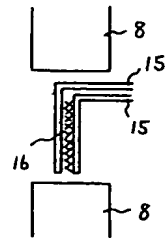
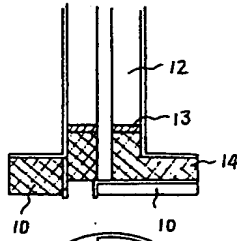
第3図

第2図

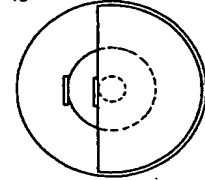


第7図

第8図



第4図



添附書類の目録

- (1) 明 細 書 1通
- (2) 図 面 1通
- (3) 発 行 状 1通
- (4) 特 許 願 本 1通

手 続 補 正 書

昭和 51 年 6 月 11 日

前記以外の発明者、特許出願人または代理人

発 明 者

住 所 東京都国分寺市東恋ヶ原1丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内

氏 名 益木口 寛 己

住 所 同 上

氏 名 鹿 又 一 郎

特許庁長官 殿

事 件 の 表 示

昭和50年 特許願第 42366 号

発 明 の 名 称

短冊ビームイオン源

補正をする者

特許出願人
株式会社日立製作所

代 理 人

住 所 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号
株式会社日立製作所内

氏 名 (727) 森 田 利 幸

補正により増加する発明の数 3

補 正 の 対 象

明細書全文及び図面

補 正 の 内 容

- 1、本願明細 全文を別紙のとおり補正する。
- 2、本願明細 添付図面の第1図～第6図を別紙のとおり補正し、第7図、第8図を削除する。

全文訂正明細

発明の名称 短冊ビームイオン源

特許請求の範囲

1. イオンビームを発生するための放電空間と、上記放電空間内で、対向する面が実質的に互いに平行で、かつ上記イオンビームの軸に平行に配置された一对の電極と、上記一对の電極間にマイクロ波電界を形成するため、上記放電空間内にマイクロ波を供給する手段と、上記マイクロ波電界と相互作用する磁界を上記放電空間内に供給する手段と、上記放電空間内に被イオン化物質を導入する手段と、上記放電空間からイオンビームを引出す手段とを設け、上記放電空間から短冊状イオンビームを取出すようにしたことを特徴とする短冊ビームイオン源。
2. 特許請求の範囲第1項記載の短冊ビームイオン源において、上記一对の電極間隙の長さを、上記一对の電極の上記イオンビーム軸に垂直な方向の長さより短かく形成し、かつ上記イオンビーム引出し手段のイオンビーム通過用スリッ

トの形状を上記一对の電極で形成される空間の上記イオンビーム軸に垂直な断面の形状に実質的に等しくしたことを特徴とする短冊ビームイオン源。

3. 特許請求の範囲第1項記載の短冊ビームイオン源において、上記マイクロ波供給手段としてリッジ導波管を用い、かつ上記一对の電極が上記放電空間を形成するための壁部に形成されたリッジ電極で構成されていることを特徴とする短冊ビームイオン源。
4. 特許請求の範囲第1項記載の短冊ビームイオン源において、上記一对の電極によって形成される空間の少なくとも一部に誘電体からなる壁部を設け、これによって上記放電空間を限定するように構成したことを特徴とする短冊ビームイオン源。

発明の詳細な説明

本発明はマイクロ波放電を利用してイオンビームを発生させるマイクロ波イオン源に関し、特に所望の質量を有するイオンを高い分解能で分離す

るのに適したイオンビームを発生させるマイクロ波イオン源に関する。

近年、半導体工業などにおいてイオンインプラントーション、イオンビームデポジションなどのために大電流のイオンを取り出しうるイオン源が必要となってきた。一般に、大電流イオンを放射しうるイオン源としては、放電空間に電子の衝突電離によりプラズマを形成させ、これよりイオンを引き出すのが最も効率がよい。従来、その一形態である低電圧アーク放電を利用するものが実用に供されている。しかし、このイオン源はイオンビームとして取り出されるイオンの利用効率が低く、また放電状態が不安定であり、さらには陰極が放電ガスにおかれ、破壊されやすいなどの欠点がある。

そのため、最近になって、マイクロ波放電を利用したイオン源が注目されている。このマイクロ波イオン源は、陰極を有しないため陰極の表面状態に起因するプラズマの変動が避けられること、寿命が長くなること、低いガス圧で放電が可能で

あること、電力効率が高等の利点がある。

第1図に従来のマイクロ波イオン源の一例を示す。同図において、1はマグネトロンなどのマイクロ波発生器、2は矩形導波管、3は同軸ケーブル、4は真空封止用誘電体、5はマイクロ波-プラズマ結合素子、6は放電空間、7は直流磁場発生用コイル、8はガス導入部、9はイオン引出し系である。同軸ケーブル3の内部導体3'とマイクロ波-プラズマ結合素子5とは、真空封止用誘電体4の位置でバキュームタイトに結合されている。一般に、放電空間にマイクロ波電界を印加し、それに直交した直流磁場を印加し、かつ放電空間に $1 \times 10^{-2} \sim 1 \times 10^{-4}$ Torr 程度の被イオン化物質の原子、又は分子を導入すれば、マイクロ波放電がおこる。第1図のマイクロ波イオン源においては、マイクロ波発生器1から、例えば 2 MHz のマイクロ波を矩形導波管2を介して同軸ケーブル3に導入している。内部導体3'に結合されているマイクロ波-プラズマ結合素子5と壁部10は放電空間6を形成しマイクロ波-プラズマ結合素子

5から放射されるマイクロ波によって放電空間6にマイクロ波電界が発生される。一方、ガス導入部8より、 PCl_2 、 BCl_2 等のガスやP、Bなどの金属蒸気を導入し、上記マイクロ波電界と作用する磁場を磁界発生用コイル5によって形成すると、放電空間6内にプラズマが発生する。マイクロ波-プラズマ結合素子5や同軸ケーブルの内導体3'、誘電体4は発生したプラズマにより容易に高温になるため何らかの冷却機構が必要であるが、ここでは説明を省略する。放電空間で発生したプラズマからイオン引出し系9によってイオンが引出される。

このような従来構造のマイクロ波イオン源においては、放電空間は円筒状であるため、マルチアパーチャを有するイオン引出し系を用いると大電流をとり出しうるが、スリットを用いたイオン引出し系9を介して短冊状断面を持ったイオンビームを引き出すとイオンの利用効率が著しく低下する。一方、先に述べた技術分野においては、引出されたイオンを磁場型セクタ中を通過させ、所

望の質量数を持ったイオンのみを分離して利用することが必要不可欠である。そのため、磁場型セクタに入射するイオンビームは短冊状断面を持っている必要がある。第2図において、その理由を説明する。同図において、21はイオン源、22はイオンビーム、23は磁場型セクタ、24はコレクタスリット、25はコレクタ、又はイオン打込みされる対象物である。同図からわかるように磁場型セクタ23を用いて、質量分離を行なうには、イオンビーム22が短冊形状でなければ分解能($M/4M$; M は質量数)が上がらないため、イオンビーム22は短冊状である必要がある。イオン引出し系をスリット状にする必要性がある。第1図において、放電空間6において、発生したプラズマ中のイオンはあらゆる方向に向かって拡散し、イオンの大部分は放電空間6を定める壁部10に衝突して消滅する。そして拡散するイオンの内、イオン引出し系9のスリットに入ったもののみがイオンビームとして取り出される。

第1図の従来構造では、放電空間6が円形であり、

引出し系9がスリット状であるため、発生したイオンのうち、イオンとして引出されるものは数十分の1に減少する欠点がある。

本発明は以上の従来技術の問題点を解決するためになされたものであり、実質的に短冊状の放電空間断面を有するマイクロ波放電イオン源を提供することを目的とする。

上記目的を達成するため、本発明のマイクロ波放電イオン源は、マイクロ波電界を形成するための一組の、実質的に平行に配置された表面を有する電極を放電空間内に設置している。これによって、上記電極の電極間隙によって定められた部分のイオン引出し方向に垂直な断面は実質的に短冊状になる。またイオン引出し系は、上記短冊状断面と実質的に同一形状のスリットを設ける構造となっている。このような放電空間にマイクロ波を導入するためには、マイクロ波導入手段として、リッジ導波管、一對の平行電極などを用いればよい。

以下、本発明を実施例を用いて詳述する。

第3図は本発明の一実施例を示すもので、この場合は放電空間へのマイクロ波導入手段として、リッジ導波管を用いた実施例が示されている。同図(A)はイオン引出し方向の断面図、同図(B)は同図(A)のA-A断面を示す図である。同図において、第1図と同じ番号は同一のものを表わす。33はリッジ導波管、34は真空封止用誘電体、35はリッジ電極、36は本発明による放電空間、37は誘電体である。マイクロ波発生器1からのマイクロ波は矩形導波管2を介して、リッジ導波管33に伝わり、そこから真空封止用誘電体34を通過して放電空間36に入る。マイクロ波電界は放電空間36を形成するリッジ電極35間に形成される。リッジ電極35の放電空間36に面した表面は実質的に平行に配置されている。対向するリッジ電極35によって形成される空間以外は、プラズマ発生部を限定するため、誘電体37で充填されている。つまり、放電空間36のイオン引出し方向に平行な壁部のうち、二壁はリッジ電極35、他の二壁は誘電体37で形成される。この放電空

図36は同図(4)から明らかなようにイオンビーム引出し方向に垂直な方向の断面が細長い矩形状に形成され、その寸法はイオン引出し系9のスリットの寸法と同一か、又は少し大きい。なお、同図において、ガス導入部は省略してあるが、リッジ電極36あるいは誘電体37に小孔をあけて導入すればよい。又、冷却系についても省略してある。

本実施例においては、第1図のようにマイクロ波-プラズマ結合素子がないため、より冷却が容易である。冷却の必要性は真空封止用誘電体34の部分のOリングの破損防止等のためである。なお、誘電体37の形状は特に同図(3)に示されるような断面が矩形である必要のないことは言うまでもない。

本実施例において、放電空間を3mm×20mm×20mmとし、イオン引出し系のスリットを3mm×20mmとすることによって数十mA/cm²のイオンビームが引出し得た。

第4図は本発明の他の一実施例を示す図である。

本実施例においては、一対の平行平板電極45

間にマイクロ波電界を形成し、この電界と直角に永久磁石7'による直流磁界を印加する。平行平板電極45により形成される空間には、前述したような方法でマイクロ波が供給される。又、この平行平板電極45によって放電空間6の断面は短冊状に限定される。9'はイオン引出し系を構成する二枚の電極でスリットを形成する。同図(4)はイオン引出し系に近い部分にマイクロ波の強電界を発生させるため、平行平板電極の先端部分の間隔をせはめた電極45'を示す。

同図(5)は、同図(4)における直流磁界の方向を、イオン引出し方向46に同じにした場合を示している。実験によれば、この方がイオン電流密度は高くなる。同図(6)は第3図に示した実施例同様に、プラズマ発生部分を平行平板45間の細長い矩形状断面に限定するため、他の部分に誘電体37を充填した実施例を示す。これにより供給したマイクロ波電力をより有効にプラズマ発生に利用が可能である。

第5図は第4図に示した平行平板電極にマイク

ロ波を導入する一構成を示す実施例である。マイクロ波電力を供給するに際し、マイクロ波回路から真空中の平行平板電極45にマイクロ波を導入する方法は色々考へうる。しかし、例えば平板線路を用いると、その部分の真空封止が困難となる。第5図はそれを解決するための一実施例で、同軸ケーブル3の途中で真空封止を行ない、その下部の同軸ケーブル内には誘電体が充填され、その端部にインピーダンス整合用の、半円形の1/4波長の短絡終端部分51を設けた同軸-平行線路変換器を介して平行板電極45により形成される空間内にマイクロ波電力を供給するようになっている。もちろん、この平行平板電極45も放電空間6を短冊状断面に限定する役割をかねている。同図(4)は同図(4)のB-B断面を示している。誘電体37は放電空間をより明確に限定するために用いられている。同図において、ガス導入部、マイクロ波発生器、直流磁場発生手段などは省略した。

その他、本発明の短冊ビームイオン源を形成するためには、第6図に示されるようにレッヘル線

61を用いてもよい。同図において、放電空間36はレッヘル線61間に印加されるマイクロ波電界と直流磁場が直交する部分に形成され、イオンビームは紙面と垂直な方向に設置されたスリットを有するイオン引出し系(図示せず)によって短冊状に引出される。もちろん、この実施例においても放電空間を限定するための誘電体を配置してよい。

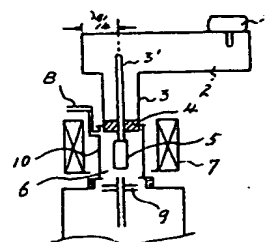
以上の実施例において、誘電体、真空封止用誘電体としては例えば窒化ホロンなどを用いることができる。

以上詳述した本発明によれば、マイクロ波放電を用いたイオン源の特徴をそこなりことなく、さらに後段に磁場型セクタからなる質量分離器を接続した際に、分解能をおとすことなく大電流のイオンビームを得ることのできるマイクロ波イオン源を提供することが可能となる。

図面の簡単な説明

第1図は従来のマイクロ波イオン源の構成図、第2図は本発明を説明するための図、第3、4、

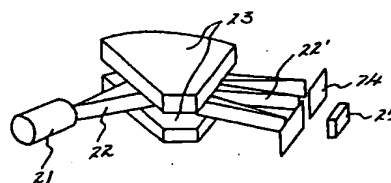
第 1 図



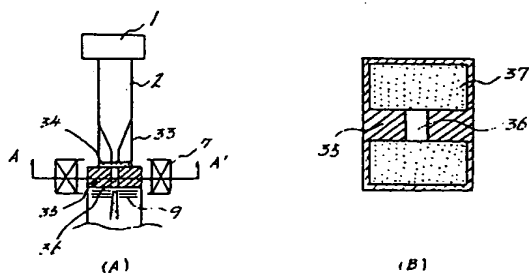
5, 6 図は本発明の実施例を示す図である。同図において、1 はマイクロ波発生器、3 は同軸ケーブル、4, 3 4 は真空封じ用誘電体、7 は直流磁場発生手段、8 はガス導入部、9 はイオン引出し系、3 3 はリッジ導波管、3 5 はリッジ電極、3 6 は断面が短冊状の放電空間、3 7 は誘電体、4 5 は平行平板電極、6 1 はレッヘル殻である。

代理人弁理士 薄 田 利 幸

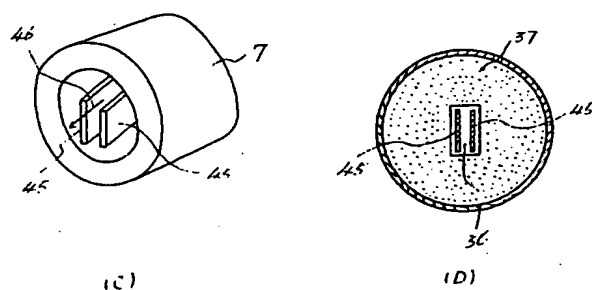
第 2 図



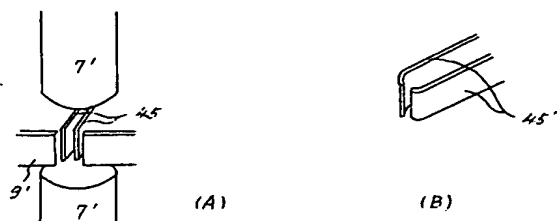
第 3 図



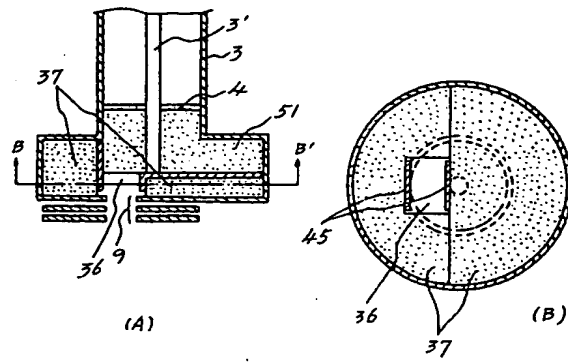
第 4 図



第 4 図



第 5 図



第 6 図

